(Aus dem physiologischen Laboratorium in Bonn.)

# Lässt sich durch mechanische Auslese des Fettes Fleisch von bestimmtem Nährwerth gewinnen?

---

**Inaugural-Dissertation**

bei der

Meldung zum Doctorexamen

**der hohen medicinischen Fakultät**

der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn

eingereicht

von

**Johann Heinrich Steil**

aus Neuerburg.

---

**Bonn, 1895.**

Separat-Abdruck aus dem Archiv für die ges. Physiologie Bd. 61.

Verlag von Emil Strauss.

Meinen lieben Eltern.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547409_0102

Bei Untersuchungen über den Stoffwechsel des Menschen und der Thiere liegt eine grosse Schwierigkeit in der Beurtheilung des Nährwerthes des Fleisches, weil dieses einen so wechselnden Fettgehalt nicht bloss von einem Thiere zum andern, sondern sogar von einem Muskel zum andern bei demselben Thiere darbietet. Wir finden Kuhfleisch, welches noch nicht 1 %, anderes, welches mehr als 15 % Fett enthält. (F. König II 191.) Es kann also der Fettgehalt des Fleisches an Gewicht den Eiweissgehalt erreichen, ja übertreffen, so dass das in diesem Fleisch enthaltene Fett an Nährwerth sämmtliche anderen Bestandtheile des Fleisches mit Einschluss des Eiweisses bei Weitem übertrifft. In anderen Fällen kann der Fettgehalt des Fleisches auch so sehr, bis etwa $^1/_2$ %, sinken, dass dann derselbe nur noch einen kleinen Bruchtheil des Nährgehalts ausmacht. Da man dem Fleische die Fetteinlagerung ansieht, die sich als eine weisse Marmorirung des sonst rothen Querschnittes darstellt, so sollte man meinen, dass sich der Fettgehalt eines gegebenen Fleisches annähernd schätzen liesse. Die in dem hiesigen Laboratorium ausgeführten zahlreichen Fettanalysen von Fleisch verschiedenster Herkunft haben aber ergeben, dass eine Schätzung in hohem Grade unsicher ist. Ja es kommt Fleisch vor, welches auf dem Querschnitt rein roth ist, im Allgemeinen keine Fetteinlagerung dem unbewaffneten Auge darbietet und trotzdem mehrere Prozent Fett enthält. Prof. P. Argutinsky hat besonders auffallend diese Thatsache am Musculus pectoralis der Taube im hiesigen Laboratorium feststellen können. Da also im allgemeinen

die Fettanalyse des Fleisches nicht umgangen werden kann, heutigen Tages aber die frühern quantitativen Methoden zur Bestimmung des Fettes nicht mehr als zuverlässig anerkannt werden können, so war eine erneute Prüfung der Frage geboten. Der Aufforderung des Herrn Professor Dr. Pflüger folgend, habe ich dieselbe unter seiner Leitung, so weit es meine beschränkte Zeit gestattete, zu bearbeiten mich entschlossen.

C. Voit ist der Erste, welcher zu Fütterungsversuchen durch mechanische Auslese des Fettes sich Fleisch von bestimmtem niederen Fettgehalte zu verschaffen suchte.

Die Literatur ergibt übrigens bereits, dass die bei der Auslese aufgewendete Sorgfalt, sowie die verschiedene Natur des Fleisches einen erheblichen Einfluss auf den Fettgehalt des geputzten Fleisches ausüben.

Als Beleg mögen folgende Analysen einiger Forscher angeführt werden, welche sämmtlich behaupten, das untersuchte Fleisch vor der Analyse von allem makroskopisch sichtbaren Fett sorgfältigst befreit zu haben.

Den niedrigsten Werth für den Fettgehalt gibt Grouven [1]) an, der bei einem magern Bullen 0,61 % gefunden hat. Eine bei derselben Gelegenheit von ihm mitgetheilte Analyse des Fleisches eines andern, ebenfalls magern Thieres lieferte das Resultat von 1,83 %. Lehmann [2]) fand bei der Untersuchung verschiedener Stücke im Maximum 2,3 %, im Minimum 1,5 %. Petersen [3]) untersuchte zuerst das Fleisch von verschiedenen Stellen desselben Thieres. Er bestimmte das Fett im Vorder- und Hintertheil, woraus sich ergab:

| | Vorderschenkel | Hinterschenkel |
|---|---|---|
| Rind | A 0,76 % | 3,1 % |
| „ | B 0,86 „ | 3,4 „ |

Eine sich über noch mehr Theile desselben Thieres erstreckende Analyse theilen Leyder und Pyro [4]) mit. Dieselben unter-

---

1) Grouven, Physiologisch-chemische Fütterungsversuche. 1864. S. 84.

2) Citirt bei Grouven a. a. O. S. 84.

3) Petersen, Die Schwankungen im Wasser-, Fett- und Stickstoffgehalt des Fleisches. Zeitschr. für Biol. VII. Bd. S. 173.

4) Leyden und Pyro, La viande de boeuf et la viande de cheval

suchten die Hals-, Bein-, Bauch- und Lendenmusculatur und fanden für:

| | |
|---|---|
| Hals | 1,28 % |
| Schwanzstück | 0,92 „ |
| Konterfilet | 0,78 „ |
| Filet | 2,62 „ |

Es ist klar, dass die von verschiedenen Forschern erhaltenen Werthe an Fett von der Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit der zur quantitativen Fettbestimmung selbst angewandten analytischen Methode abhängig sind. Meist fehlen Angaben über die angewandte Methode der Fettbestimmung im Fleische, und grade dieses bietet ganz besondere Schwierigkeiten für die Beurtheilung. Meist wird nur erwähnt, dass zur Extraction des Fettes wasserfreier Aether verwandt worden sei.

Eines andern Extractionsmittels bediente sich Mène[1]), welcher in einer umfassenden Untersuchung über die Zusammensetzung des Fleisches des Pariser Schlachtviehes das Fett dadurch bestimmte, dass er aus dem feuchten Fleisch dasselbe mit Schwefelkohlenstoff entfernte. Die Ergebnisse seiner Arbeit sind aber von Bertram und Schäfer[2]) einer vernichtenden Kritik unterzogen worden, indem sie aus der Berechnung der von ihm gewonnenen Zahlen der einzelnen Bestandtheile und der Elementar-Analyse aufeinander den Beweis für die Unmöglichkeit seiner Zahlen erbrachten. Mène's Verfahren kann also für analytische Zwecke nicht mehr in Betracht kommen.

Salkowski[3]) empfiehlt ein Verfahren, das darin besteht, dass das Fleisch getrocknet, gepulvert und dann im Soxhlet'schen Apparate drei Stunden mit heissem Aether extrahirt wird. Die auf diese Weise für den Fettgehalt gefundenen Werthe sind aber,

---

recherche sur leur composition leur valeur et leur prix commercial. Journal de médicine de Bruxelles 1874. S. 473.

1) Mène Ch., Analyses de divers morceaux de viande de veau, de mouton, et de porc vendus courrament à la Halle de Paris en 1873 et 1874. Comp. rend. Tom 79. p. 529.

2) J. Bertram und M. Schäfer, Mène's Analysen des Pariser Schlachtfleisches und ihr Werth. Zeitschr. f. Biol. Bd. XII. S. 558.

3) Salkowski, Prakticum der physiologischen und pathologischen Chemie.

wie Pflüger[1]) bei der Bestimmung des Fettes im Pferdefleisch nachgewiesen hat, zu niedrig. Während am ersten Tage aus der aufs feinste gepulverten Trockensubstanz von 3 bis 5 gr eine Menge von 120—150 mg Aetherextract gewonnen wurde, erhielt man am zweiten Tage noch 20, am dritten Tage noch 10 und in den folgenden 14 Tagen noch Quanta von 1 bis 5 mg. Den Grund für diese Thatsache fand Pflüger mit Recht darin, dass der Aether nur langsam in die Substanz eindringen und das Fett auflösen kann. Es kommt bei dem Ausziehen des Fettes mit Aether offenbar hauptsächlich darauf an, dass man dem Aether Gelegenheit bietet, wirklich bis zu dem Fette, welches er auflösen soll, hinzugelangen. Aus diesem Grunde hat Pflüger a. a. O. eine neue Methode angegeben, welche darin besteht, dass die thierischen Gewebe, in denen der Fettgehalt bestimmt werden soll, zuerst in 5, 10 bis 20 prozentiger Citronensäurelösung auf siedendem Wasserbad aufgelöst werden. Das Fett wird nach dem Erkalten abgeschöpft und die saure Lösung mit Aether ausgeschüttelt, in dem die Citronensäure nur sehr wenig löslich ist; die Aetherauszüge werden darnach mit Wasser ausgeschüttelt und darauf der Aether verdunstet. Die Auflösung mit heisser Citronensäure gelingt nicht bloss bei Fleisch, sondern auch bei den meisten andern Geweben, sogar bei Knochen.

Argutinsky[2]) wandte den Soxhlet'schen Extractor in der Weise an, dass er oft eine Woche lang auszog und das Fleisch nach ein- bis zweitägiger Behandlung pulverte, ehe der Prozess weiter fortgesetzt wurde. Zuweilen pulverte er noch ein zweites Mal. Die Resultate hierbei waren die, dass er die Hauptmenge am ersten Tage erhielt, am zweiten nur noch $^1/_{20}$ bis $^1/_{30}$tel der erstern und am Schlusse stets nur noch ganz geringe Mengen. Hiermit hielt er die Extraction für erschöpft. In der That sollte man glauben, dass, nachdem das Fleisch in fein gepulvertem Zustande 8 Tage lang ununterbrochen von siedend warmem fettfreien Aether (wie es im Soxhlet'schen Apparate ja der Fall ist) durchströmt war, nun auch die letzten Spuren von Fett aus demselben ausgewaschen sein müssten.

---

1) Pflüger's Archiv Bd. 51. S. 277.

2) Argutinsky, P., Ueber die elementare Zusammensetzung des Ochsenfleisches. Pflüger's Archiv. Bd. 55.

Indessen wies Dr. Dormeyer, der chemische Assistent des physiologischen Instituts, in einer im Bonner Laboratorium auf Veranlassung des Herrn Prof. Pflüger ausgeführten und erst durch eine vorläufige Mittheilung (Pflüger's Archiv, Bd. 61, S. 341) veröffentlichten Untersuchung nach, dass aus dem nach dieser Art behandelten Fleisch bei immer weiterem Pulverisiren und Ausziehen mit Aether sich noch bedeutende Mengen Fett erhalten lassen. Es zeigt sich also, dass, je weiter man die mechanische Zerkleinerung des Fleisches fortsetzte, um so mehr Fett ausgezogen wurde, ohne dass aber eine vollständige Erschöpfung auf diesem Wege selbst bei Monate lang fortgesetzter Behandlung zu erreichen war. Nach jedem neuen Pulverisiren kam zu der schon ausgezogenen Fettmenge ein neuer Summand hinzu; diese Summanden wurden zwar immer kleiner, lieferten aber trotztem fortgesetzt Beträge, deren Summe nicht zu vernachlässigen war. Da aus diesen Erfahrungen hervorging, dass durch das einfache mechanische Pulverisiren das Fett dem Eindringen des Aethers nicht genügend zugänglich gemacht werden konnte, soweit man auch das Pulverisiren treiben mochte, so kam Pflüger auf den Gedanken, das Fleisch dadurch der Fettextraction durch Aether zugänglich zu machen, dass dasselbe vorher durch die Magenverdauung aufgelöst würde. Dormeyer wandte dieses Verfahren auf Fleischpulver an, das bereits mehrere hundert Stunden im Soxhlet'schen Apparate unter fortgesetzt wiederholtem Pulverisiren behandelt worden war, und fand in demselben noch bis zu 0,75 % Fett im Durchschnitt.

Mit dieser Methode, erst das durch Verdauung aufgelöste Fleisch mit Aether auszuschütteln, war endlich ein Verfahren gefunden, mittelst dessen es gelingt, den ganzen Aetherextract des Fleisches ohne Rest zu erhalten, wie dies Dormeyer näher begründen wird. Da nach den Ergebnissen der Dormeyer'schen Versuche klar war, dass die Werthe aller bisherigen Fettbestimmungen zu niedrig sind, so habe ich diese Methode auf das magere Kuhfleisch angewandt, um zuverlässige Werthe über den Fettgehalt desselben zu erhalten. Diese Frage ist von der grössten Wichtigkeit sowohl für die Beurtheilung der ältern Stoffwechseluntersuchungen, bei denen, wie bei den Voit'schen, mageres Rindfleisch zur Fütterung verwandt wurde, als auch für das Urtheil darüber, ob man bei späteren Stoffwechselversuchen berechtigt ist, für mage-

res und von sichtbarem Fett möglichst befreites Fleisch — ohne Analyse — einen mittlern Fettwerth anzunehmen, beziehungsweise einen wie grossen Fehler man bei Annahme eines solchen Mittelwerthes machen kann. Voit[1]) hat bei seinen Untersuchungen, die ihm als Grundlage für die wichtigsten Fragen der Stoffwechsel-Lehre dienen, einen solchen mittleren Werth von 0,91 % angenommen. Da es wichtig ist, zu erfahren, wie Voit zu diesem Werthe gelangt ist, führe ich seine Bemerkungen über diesen Punkt hier an. Er sagt[2]): „Bei einer von mir gemachten Analyse liessen sich aus bei 100° getrocknetem reinem Fleisch 3,77 %, also aus frischem 0,91 % Substanz mit Aether ausziehen.“ Es scheint also darnach nur eine Analyse gewesen zu sein, nach der Voit seinen durchgehends für das gefütterte Fleisch bezüglich des Fettgehaltes gebrauchten Werth angenommen hat. Sechs Jahre später bemerkt Voit in einer Anmerkung zu einer Arbeit von Huppert[3]): „Ich habe zu meinen Versuchen nicht beliebiges Muskelfleisch, sondern nur das Fleisch ungemästeter ausgewachsener Rinder mit 0,9 % Fett, gefüttert.“ Dieselbe Angabe macht Voit auch in Hermann's[4]) Handbuch, obschon inzwischen bereits die Arbeit von Petersen sowie die von Leyder und Pyro erschienen waren, welche die Verschiedenheit des Fettgehalts in den verschiedenen Muskeln nachgewiesen hatten. Obwohl Voit schon gelegentlich der ersten Angabe der Zahl 0,91% die Bemerkung macht: „Ich behaupte auch nicht, dass sich das Fleisch absolut gleich bleibt, denn dies beweist sich ohne Analyse,“ so hat er doch thatsächlich diese Zahl seinen sämmtlichen Bilanzrechnungen zu Grunde gelegt, wohl offenbar in der Meinung, dass der Fettgehalt des magern gereinigten Fleisches nur unerheblichen Schwankungen unterworfen sei. Wenn nun Voit in seiner erwähnten Analyse 0,91 % Fett im Fleisch gefunden hat, so geht zunächst aus Dormeyer's Versuchen hervor, dass dieser Werth nur ein Theil des wirklich in

1) Voit, C., Ueber Zersetzungen der stickstoffhaltigen Stoffe im Thierkörper. Zeitschr. f. Biol. Bd. I. S. 95.

2) a. a. O. Der Belag für diese Analyse findet sich bei Bischoff und Voit: Gesetze der Ernährung des Fleischfresser's. 1860. S. 304.

3) Huppert, H., Ueber den Stickstoffgehalt des Fleisches. Zeitschr. f. Biol. Bd. VII. S. 360.

4) Hermann, Handbuch der Physiologie. Bd. VI. 1. S. 249.

dem betreffenden Fleisch enthaltenen Fettes ausdrückt, dass also die Zahl jedenfalls zu niedrig war. Denn dass Voit damals im Besitze einer Methode gewesen sei, die eine wirklich vollständige Erschöpfung des Fleischpulvers mit Aether ermöglicht, ist wohl nicht wahrscheinlich. Ferner aber war die Frage, ob nicht die thatsächlich vorkommenden Schwankungen im Fettgehalt viel grösser sind, als von Voit offenbar angenommen worden war.

Der Plan meiner Versuche ging also dahin, durch Vornahme einer grössern Anzahl von Fettbestimmungen in möglichst magerm Fleische über diese Punkte Aufklärung zu erhalten. Betreffs der Ausführung derselben habe ich mich im Wesentlichen Dormeyer angeschlossen, doch nicht wie er, die Substanz getrocknet, und zunächst im Soxhlet'schen Apparat extrahirt, sondern gleich das feuchte Fleisch zur Verdauung gebracht. Ausserdem habe ich einige kleinere Abänderungen getroffen, weshalb ich kurz auf die Methode hier zurückkommen will.

Eine gewogene Menge Fleisch wurde in eine bestimmte Quantität Verdauungsflüssigkeit gebracht, und in den Brütofen gesetzt, wo eine Temperatur von circa 38—40° C. unterhalten wurde. Nachdem das der Magenverdauung unterliegende Gewebe aufgelöst war, was verschieden lange Zeit in Anspruch nahm (1 bis 3 Tage), schwamm das Fett auf der Flüssigkeit und wurde beim Filtriren auf dem Filter gewonnen oder vorher im Aether aufgelöst und mit einer Pipette abgehoben. Letzteres Verfahren eignet sich besonders dann, wenn das Fleisch sehr fetthaltig ist, indem in diesem Falle das Filter leicht undurchlässig wird. Das Filtrat wurde in einem grossen Scheidetrichter mit etwa der gleichen Menge Aether ausgeschüttelt, dann durch den Hahn des Scheidetrichters die Flüssigkeit von dem Aether getrennt und der letztere verdunstet. Mit der Flüssigkeit wurde dasselbe Verfahren so lange wiederholt, bis dieselbe mit Aether erschöpft war, was dann in der Regel eintrat, wenn 7 bis 8 mal je eine halbe Stunde mit immer neuem Aether intensiv geschüttelt worden war. Bisweilen wurde die Trennung von Aether und Flüssigkeit dadurch erschwert, dass der Aether nach dem Schütteln eine schleimig aussehende emulsionsartige Trübung zeigte, die erst nach stundenlangem Stehen sich niedersenkte und in der unter dem Aether stehenden Flüssigkeit verschwand. Dieser Schwierigkeit liess sich aber auf sehr einfache Weise dadurch begegnen, dass man den Scheidetrichter

unter der Wasserleitung abkühlte, wodurch dann die sofortige Trennung mit scharfer Grenzfläche eintrat. Ja, es genügte auch schon, wenn man mit der Wand des Scheidetrichters den kalten Steinfussboden berührte, um denselben Erfolg zu erzielen. Das Filter, welches die Hauptmenge des Fettes enthielt, wurde getrocknet, in Stücke zerschnitten und diese in die Papierhülse des Soxhlet'schen Apparates gebracht und 3—4 Tage je 10 Stunden extrahirt. Der Vorgang wurde dann mit neuem Aether wiederholt, worauf bei der folgenden Extraction meist kein Fett mehr zu erhalten war. Den gewonnenen Extract behandelte ich in der Weise, dass derselbe zuerst auf 80° C. erhitzt und dann wieder mit Aether aufgenommen wurde. Nachdem auch dieser verjagt war, wurde das Glas kurze Zeit bei 50° C. gehalten, dann im Exsiccator über Schwefelsäure bis zum Erkalten stehen gelassen und darauf gewogen.

Nachstehend noch einige Einzelheiten zu dem Verfahren.

Das untersuchte Fleisch stammt sämmtlich von frisch geschlachteten, magern Kühen aus dem hiesigen Schlachthause, wo es mir durch gütige Vermittelung des Herrn Schlachthausverwalters Kreisthierarzt a. D. Brebeck möglich war, die gewünschten Qualitäten und Quantitäten völlig frisch zu erlangen. Da die obenerwähnten Untersuchungen von Petersen sowie die von Leyder und Pyro grosse Schwankungen im Fettgehalt ergeben hatten, je nachdem das Material zur Untersuchung vom Vorder- oder Hintertheil genommen wurde, so benützte ich in Berücksichtigung dieser Thatsache ebenfalls Muskeln, die theils der vordern, theils der hintern Hälfte der Thiere angehörten, nämlich den Pectoralis, Glutaeus und Rectus cruris, Muskeln, bei denen, da sie bei der Arbeit der Thiere vorzugsweise thätig sind, schon von vorne herein, ein relativ geringer Fettgehalt zu erwarten war. Das Fleisch wurde, in Zinnfolie verpackt, in das physiologische Institut gebracht und sogleich verarbeitet. Zunächst wurde das aussen anhaftende Fett genau entfernt, dann das Fleisch mit Messer und Scheere so klein zerschnitten wie möglich, und jedes sich dem Auge als Fett darbietende Theilchen wiederum auf das sorgfältigste entfernt. Um zu zeigen, wie peinlich ich dabei vorging, bemerke ich, dass sogar die sichtbaren Nervenbestandtheile herauspräparirt wurden und dass durchgängig 1½ Stunde nöthig waren, 80 gr auf diese Weise gereinigtes Fleisch zu erhalten. Dasselbe wurde sodann gründlich

durcheinander gemischt, zwischen Uhrschalen vertheilt und gewogen. Sehr gute Resultate lieferte auch das Abschaben des Fleisches mit dem Messer, ein Verfahren, das den Vorzug der grössern Schnelligkeit hat und bei etwas sorgfältiger Handhabung dieselben Ergebnisse liefert, wie ersteres, was C. Virchow[1]) nachgewiesen hat.

Die Verdauungsflüssigkeit habe ich aus Schweinemagen in der Weise gewonnen, dass die gereinigte Oberfläche der Schleimhaut mit einem stumpfen Messer abgeschabt und der so erhaltene schleimige Saft in eine Salzsäurelösung von 0,5 % gebracht wurde. Dieses Gemenge wurde einige Stunden bei circa 40 ° C. digerirt, dann abgegossen und filtrirt. Späterhin präparirte ich vom Magen, nachdem der mit Galle imbibirte Pylorus-Theil abgeschnitten war, die Schleimhaut herunter, zerschnitt sie in kleine Stücke und extrahirte kalt 3 bis 6 Stunden mit der Salzsäurelösung, goss ab und filtrirte wie vorher. Letztere Methode zog ich vor, weil bei ersterer das Filtriren durch den Schleim sehr erschwert wurde und längere Zeit in Anspruch nahm. Die so gewonnene Verdauungsflüssigkeit, von welcher zu den Analysen meistens je 100 ccm verwandt wurden, war nun selbst nicht frei von Fett; es musste daher bei jeder Analyse besonders bestimmt werden, wieviel Fett in der angewandten Verdauungsflüssigkeit schon vorher vorhanden war und diese Menge von der schliesslich erhaltenen in Abzug gebracht werden. Zur Bestimmung des in der Verdauungsflüssigkeit präformirten Fettes wurden in der Regel ebenfalls 100 ccm derselben genommen, genau in der oben beschriebenen Weise mit Aether ausgeschüttelt und das Fett in dem Aetherauszug bestimmt. Dabei wurden in 100 ccm Flüssigkeit Fettmengen von 8 bis 13 mgr gefunden.

Bei der Verdauung wurde, um dies hier zu erwähnen, das Fleisch nie vollständig aufgelöst, sondern es blieb in jedem Falle ein bald mehr körniger, bald mehr schleimiger Rückstand, über dessen Prozentgehalt ich, da sonst in der Litteratur darüber nichts zu finden ist, einige Angaben mache.

Es blieben unverdaut von:

10,86 gr Fleisch 0,0842 = 0,77 %.
10,48 „ „ 0,0909 = 0,86 „

1) R. Virchow's Archiv Bd. 84. S. 543.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 9,81 | gr | Fleisch | 0,1012 | = 1,03 % |
| 10,95 | „ | „ | 0,1141 | = 1,04 „ |
| 10,33 | „ | „ | 0,0996 | = 0,96 „ |
| 8,474 | „ | „ | 0,0362 | = 0,42 „ |
| 10,19 | „ | „ | 0,0570 | = 0,55 „ |
| 10,70 | „ | „ | 0,0655 | = 0,61 „ |
| 10,20 | „ | „ | 0,0582 | = 0,57 „ |

im Mittel also 0,76 % oder auf trocken bezogen bei einem Trockengewicht von 25,82 % = 2,94 %.

Ich gebe nunmehr in Folgendem die Ergebnisse meiner Versuchsreihen, die sich alle, wie bereits oben gesagt, auf feuchtes Fleisch beziehen.

### Versuch I.

Von zwei Kühen wird das Fleisch vom Musculus Rectus cruris, Glutaeus und Pectoralis genommen, sorgfältig vorbereitet und die gereinigte Substanz in je 100 ccm Verdauungsflüssigkeit gebracht.

Es lieferte:

Kuh I.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Von | 10,19 gr | Fleisch | vom | Rectus | = 0,1049 gr | Fett | = 1,02 %. |
| „ | 10,48 „ | „ | „ | „ | = 0,1035 „ | „ | = 0,98 „ |
| „ | 10,70 „ | „ | „ | Glutaeus | = 0,0893 „ | „ | = 0,83 „ |
| „ | 10,20 „ | „ | „ | „ | = 0,0828 „ | „ | = 0,81 „ |
| „ | 10,80 „ | „ | „ | Pectoralis | = 0,1095 „ | „ | = 1,00 „ |
| „ | 9,81 „ | „ | „ | „ | = 0,0964 „ | „ | = 0,98 „ |

Kuh II.

Von 10,33 gr Fleisch vom Rectus = 0,1230 gr Fett = 1,19 %.
Kontrolprobe hiervon ging verloren.
Von 10,95 gr Fleisch vom Pectoralis = 0,3699 gr Fett = 3,37 %.
„ 8,48 „ „ „ „ = 0,2769 „ „ = 3,30 „

In übersichtlicher Darstellung:

| | M. Rectus | M. Glutaeus | M. Pectoralis |
|---|---|---|---|
| Kuh I | 1,02 % | 0,83 % | 1,00 % |
| „ | 0,98 „ | 0,81 „ | 0,98 „ |
| Kuh II | 1,19 „ | — | 3,37 „ |
| „ | — | — | 3,30 „ |

### Versuch II.

Benützt wird das Fleisch von M. Pectoralis und M. Glutaeus. Im Uebrigen wird wie bei Versuch I verfahren.

Es geben:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 10,15 gr | Fleisch von | M. Pectoralis | 0,0863 gr | Fett | 0,85 %. |
| 9,53 „ | „ „ | „ „ | 0,0839 „ | „ | 0,88 „ |
| 10,17 „ | „ „ | M. Glutaeus | 0,0842 „ | „ | 0,82 „ |
| 10,05 „ | „ „ | „ „ | 0,0812 „ | „ | 0,80 „ |

Da es mich interessirte zu erfahren, welchen Unterschied zwischen den Resultaten der von Salkowski empfohlenen und der von mir angewandten Methode besteht, beziehungsweise wieviel Prozent des Gesammtwerthes nach ersterer erhalten werden kann, wurde der Versuch dahin erweitert, dass eine dritte Probe von M. Pectoralis genommen, zunächst bei 100° C. getrocknet, vorsichtig gepulvert, dann in den Soxhlet'schen Extraktor gebracht und 5 Stunden[1]) mit warmen Aether behandelt wurde. Darauf wurde das Fleischpulver, nachdem von demselben der Aether verjagt worden war, noch der Verdauung unterworfen.

Es lieferte:

Die Extraktion:

Von 9,41 gr Fleisch von Pectorales 0,511 gr Fett = 0,54 %.

Die Verdauung:

Derselben Fleischmenge 0,0341 gr Fett = 0,36 %.

Gesammtfett = 0,90 %.

Die Bestimmung nach Salkowski lieferte also 60 % des Gesammtextracts.

Uebersicht über Versuch II:

| M. Pectoralis | M. Glutaeus |
|---|---|
| 0,88 % | 0,82 % |
| 0,85 „ | 0,80 „ |
| 0,90 „ | — |

### Versuch III.

Benutzt werden M. Pectoralis und M. Rectus. Verfahren wie bei Versuch I.

---

1) Salkowski verlangt bloss 3 Stunden.

Es gaben:

9,18 gr Fleisch von Pectoralis 0,0905 gr Fett = 0,98 %.
9,20 „ „ „ Rectus 0,0773 „ „ = 0,84 „
10,06 „ „ „ „ 0,0825 „ „ = 0,82 „

Auch hier werden, wie bei dem vorigen Versuche, zur Vergleichung mit den Ergebnissen der Salkowski'schen Methode 2 Proben, wie oben angegeben, behandelt.

Es geben:

a. 9,41 gr Fleisch von M. Pectoralis:

1. bei der Extraktion 0,0549 gr Fett = 0,58 %.
2. bei nachträglicher Verdauung 0,0392 gr Fett = 0,42 %.

Gesammtfett 1,00 %. Die Bestimmung nach Salkowski lieferte also 58 % des wirklichen Werthes.

b. 9,71 gr Fleisch von M. Rectus:

1. bei der Extraction 0,0621 gr Fett = 0,63 %.
2. bei nachträglicher Verdauung 0,0362 gr Fett = 0,37 %.

Gesammtfett 1,00 %. Nach Salkowski sind also nur 63 % des ganzen Werthes erhalten.

## Uebersicht über Versuch III.

| M. Pectoralis | M. Rectus |
|---|---|
| 0,98 % | 0,82 % |
| 1,00 „ | 0,84 „ |
| — | 1,00 „ |

Die Ergebnisse der bisher berichteten Versuche beziehen sich alle auf äusserst sorgfältig von Fett befreites Fleisch. Um mir nun aber auch einen annähernden Begriff von dem Fettgehalt eines auch weniger peinlich ausgelesenen Stückes Fleisch zu bilden, wie dies ja zu Futterzwecken bei Stoffwechselversuchen wohl nur in Betracht kommen kann, unternahm ich den folgenden

### Versuch IV.

Benutzt wird das Fleisch von M. Glutaeus von 2 Kühen und nach dem Plane etwas gröber als sonst präparirt. Da es sehr schwierig ist, von dem Grade der Reinigung des Fleisches durch die Präparation eine sichere Vorstellung zu geben, ich aber missverständliche Deutungen vermeiden möchte, bemerke ich, dass der ganze Unterschied gegen früher darin bestand, dass das Fleisch in weniger kleine Stückchen zerlegt wurde. Die Auslese des Fettes geschah bei diesem Versuche mit derselben Sorgfalt, wie bei den frühern, und wurde circa $^1/_2$ Stunde gebraucht, um 60 gr zu gewinnen.

Die Resultate waren:

Für Kuh I.

Von 8,17 gr Fleisch 0,2125 gr Fett = 2,44 %.
„ 10,00 „ „ 0,2424 „ „ = 2,42 „

Für Kuh II.

Von 9,14 gr Fleisch 0,1796 gr Fett = 1,96 %.
„ 9,77 „ „ 0,1759 „ „ = 1,80 „

Uebersicht.

| Kuh I | Kuh II |
|---|---|
| 2,44 % | 1,96 % |
| 2,42 „ | 1,80 „ |

**Versuch V.**

Endlich habe ich, um zu zeigen, einen wie grossen Einfluss das sorgfältige Auslesen des Fleisches hinsichtlich des Fettgehaltes ausübt, und zugleich die Schwankungen zu zeigen, denen die Ausbeute an Fett je nach der Präparation unterliegt, noch einen Versuch hier zugefügt, in welchem Kuhfleisch von M. Pectoralis benutzt wurde, das nicht von einem ausgesucht magern Thier stammt, aber trotzdem dem Ansehen nach nur wenig Fett zu enthalten schien. Von diesem Fleische wurde eine Portion ohne weitere Vorbereitung in Arbeit genommen; die andere in der oben beschriebenen sehr sorgfältigen Weise von allem sichtbaren Fett befreit.

Es ergab sich:

a. Aus dem gereinigten Fleisch:

Von 10,04 gr Substanz 0,2350 gr Fett = 2,33 %.
„ 10,06 „ „ 0,2240 „ „ = 2,23 „

b. Aus dem ungereinigten Fleisch:

Von 11,28 gr Substanz 1,0402 gr Fett = 9,22 %.
„ 10,22 „ „ 0,9739 „ „ = 9,53 „

Uebersicht.

| Gereinigtes Fleisch | Ungereinigtes Fleisch |
|---|---|
| 2,33 % | 9,22 % |
| 2,23 „ | 9,53 „ |

Es finden sich bei sämmtlichen Versuchen Verschiedenheiten grösserer oder kleinerer Art bei Fleisch derselben Muskeln bezüglich des Fettgehaltes. Dieselben erklären sich aber leicht einmal daraus, dass selbst beim exactesten Präpariren manchmal ein Theilchen Fett stehen bleibt, das bei der geringen Menge des Fettes gleich ins Gewicht fällt, sodann aber auch aus dem ungleichmässigen Fettgehalt der Muskeln. Will man diese Unterschiede in den Resultaten vermeiden, so darf man nicht mit feuchtem Fleisch arbeiten, sondern muss trocknen und pulverisiren, wobei eine fast homogene Substanz erzielt wird.

Ich habe im Vorherigen stets Fett und Aetherextract als gleichwerthige Begriffe gebraucht und kann dies auch nach Dormeyer's Angaben. Aus demselben Grunde habe ich auch keine Untersuchungen über die Natur des Aetherextrakts gemacht, sondern verweise in dieser Beziehung auf Dormeyer's Arbeit.

Ich stelle nun in Folgendem zwecks besserer Uebersicht die einzelnen Werthe für den Fettgehalt hier zusammen.

| | M. Rectus | M. Glutaeus | M. Pectoralis |
|---|---|---|---|
| Versuch I | | | |
| Kuh I | 1,02 | 0,83 | 1,00 |
| | 0,98 | 0,81 | 0,98 |
| Kuh II | 1,19 | — | 3,37 |
| | — | — | 3,30 |
| Versuch II | — | 0,82 | 0,88 |
| | — | 0,80 | 0,85 |
| | — | — | 0,90 |
| Versuch III | 0,82 | — | 0,98 |
| | 0,84 | — | 1,00 |
| | 1,00 | — | — |
| Versuch IV[1]) | | | |
| Kuh I | — | 2,44 | — |
| | — | 2,42 | — |
| Kuh II | — | 1,96 | — |
| | — | 1,80 | — |
| Versuch V[2]) | — | — | 2,33 |
| | — | — | 2,23 |

1) Betrifft das Fleisch, welches bei der Präparation weniger sorgfältig zerkleinert wurde. 2) Betrifft das weniger magere Fleisch.

Aus vorstehender Tabelle ergibt sich zunächst, dass es unmöglich ist, eine Mittelzahl festzustellen, da die einzelnen Werthe zu weit auseinander gehen und völlig abhängig sind von dem Grade der Präparation und den individuellen Schwankungen im Fettgehalt. Daher kann ich auch die Angabe Voit's, dass mageres Kuhfleisch einen Fettgehalt von 0,91 % besitze, weder bestätigen noch auch derselben eine andere Zahl gegenüber stellen.

Es ist vielmehr nöthig, dass der Fettgehalt des Fleisches in jedem einzelnen Falle durch eine neue Analyse festgestellt wird. Dass der von Voit gefundene Werth jedenfalls niedriger war, als der wirkliche Fettgehalt des von ihm untersuchten Fleisches, wurde bereits oben begründet. Wenn ich auch in einer Anzahl von Bestimmungen ähnliche Zahlen erhalten habe, so wird dadurch die Richtigkeit der Voit'schen Werthe nicht etwa bestätigt, da meine Resultate der thatsächliche Ausdruck des im Fleische vorhandenen Fettes sind und nicht, wie bei ihm, nur einen Theilwerth des Ganzen darstellen. Neben dem Unterschiede in der Methode der Fettanalyse fällt zudem bei der Vergleichung meiner Werthe und Voit's Zahlen noch ein weiterer Umstand ins Gewicht, das ist die Art der Vorbereitung des Fleisches. Ein derartig sorgfältiges Auslesen und Reinigen des Fleisches, wie ich es in meinen Versuchen angewandt habe, würde bei Fütterungsversuchen, in welchen $1^1/_2$ bis $2^1/_2$ Kilo Fleisch zu verarbeiten sind, einfach undurchführbar sein, da die Zubereitung einer Tagesportion nicht einige Stunden sondern Tage erfordern würde. Voit gibt an, dass er mit seinem Diener manchmal 3—4 Stunden gebraucht habe, um 1500—2000 gr fettfreies Fleisch zu gewinnen. Ich habe um 80 gr zu erhalten, durchschnittlich $1^1/_2$ Stunde gebraucht.

Ich fasse die Ergebnisse meiner Arbeit in folgenden Sätzen zusammen:

I. Ein Mittelwerth für den Fettgehalt im magern Fleische lässt sich nicht aufstellen.

II. Voit's Werth von 0,91 % für den Fettgehalt im magern Kuhfleisch entspricht in keiner Weise den thatsächlichen Verhältnissen.

III. Mit Salkowski's Methode der Fettbestimmung im Fleische gelang es mir nur ca. 60 % des Gesammtfettwerthes zu erhalten.

IV. Die Angabe von Petersen, dass der Fettgehalt des Rindes im Hintertheil bedeutend grösser sei, als im Vordertheil, habe ich nicht bestätigt gefunden.

Am Schlusse der Arbeit ist es mir eine angenehme Aufgabe, Herrn Geheimrath Pflüger für die gütige Ueberlassung des Themas und die freundliche Unterstützung bei Anfertigung der Arbeit meinen herzlichsten Dank zu sagen. Desgleichen thue ich dies den Herren Privatdocent Dr. M. Bleibtreu und Assistent Dr. Dormeyer für ihr bereitwilliges Entgegenkommen.

## Lebenslauf.

Geboren wurde ich, Johann Heinrich Steil, katholischer Konfession, am 11. Februar 1871 als Sohn des Hubert Steil und der Maria geb. Sartorius zu Neuerburg, Kreis Bitburg. Den ersten Unterricht erhielt ich auf der Elementarschule meiner Vaterstadt, bezog sodann, durch Privatunterricht vorgebildet, Ostern 1884 die Quarta des Progymnasiums zu Prüm, Ostern 1886 bei der Uebersiedelung meiner Eltern nach Bonn die Obertertia des hiesigen Gymnasiums, welches ich 1891 mit dem Zeugnisse der Reife verliess. Darauf wurde ich bei der medicinischen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms Universität immatrikulirt und gehörte derselben während der ganzen Zeit meines Studiums an. Während des Sommer-Semesters 1891 genügte ich meiner Dienstpflicht mit der Waffe beim 2. Bataillon des Infanterieregimentes v. Goeben (2 Rhein.) Nr. 28. Das Tentamen physicum bestand ich am 29. Februar 1893, das Examen rigorosum am 8. Februar 1895.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren und Docenten:

Bleibtreu, Binz, Boennecken, Bohland, Doutrelepont, Eigenbrodt, Finkler, Fritsch, Geppert, Gothein, Hertz †, Jores, Kekule v. Stradonitz, Kochs, Kocks, Koester, Krukenberg, Kruse, Leo, Ludwig, Martius, J. B. Meyer, v. Mosengeil, Nussbaum, Pelman, Peters, Pflüger, Pletzer, Saemisch, Schaaffhausen †, Schaarschmidt, Schiefferdecker, Schultze, Strasburger, Trendelenburg, Ungar, v. la Valette St. George, Walb, Witzel, L. Wolff, Wolters.

Allen diesen hochverehrten Lehrern meinen aufrichtigen Dank!